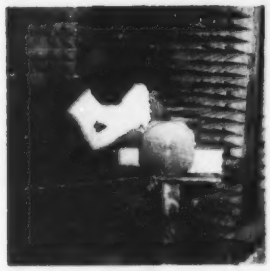
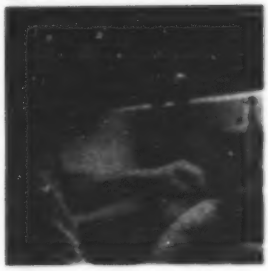
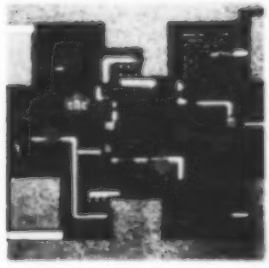
THE DEPARTMENT OF
COMMUNICATIONS
RESEARCH
PROGRAM

LE PROGRAMME
DE RECHERCHE
DU MINISTÈRE
DES COMMUNICATIONS

COMMUNICATIONS DEVICES AND COMPONENTS RESEARCH







Communications
Canada

90-05870/

The Communications Devices and Components Research Laboratories are located at the Communications Research Centre, five kilometres west of Ottawa, at Shirleys Bay
3701 Carling Avenue,
P.O. Box 11490,
Station H,
Ottawa, Ontario
K2H 8S2
Telephone: (613) 998-2351
Fax: (613) 990-7988.

Photos courtesy of Creative Visual Services, Communications Research Centre.

© Minister of Supply and Services Canada 1989

Cat. No. C022-88/1989
ISBN 0-662-57155-X

Canada

COMMUNICATIONS DEVICES AND COMPONENTS RESEARCH

The Communications Devices and Components Research (DCR) Branch investigates the generic electronic technologies used to process and manipulate communications signals and information technology systems. It carries out research into electronic devices, components and circuits, optical communications, and photonics. Much of this work is undertaken to support the communications, radar electronics and information technology needs of other federal departments and agencies. Often the research is carried out through partnerships with private firms or with university research groups.

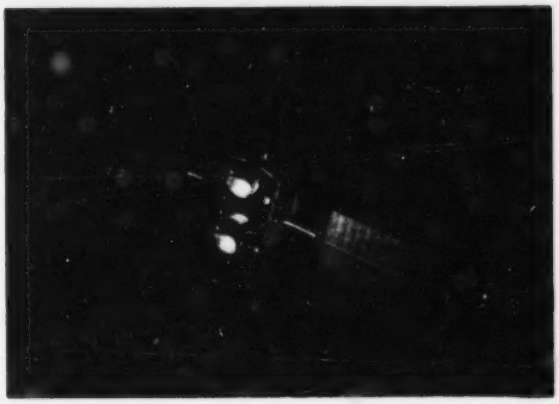
THE FOCUS

Communications research organizations need leading-edge competence in microelectronics – the miniaturization of electronic subsystems which are shrunk onto small chips. For the most part, DCR is investigating technologies based almost entirely on compound semiconductor materials like gallium arsenide (GaAs). Gallium arsenide complements silicon technology and will offer a wealth of attractive business opportunities during the next decade.

DCR groups its research activities around nine themes:

- monolithic microwave integrated circuits (MMICs),
- very high-speed digital integrated circuits,
- phased-array antennas,
- EHF components,
- optoelectronics,
- new compound semiconductor devices,
- optical communications,
- photonics, and
- reliability studies.

Because it has properties that make it eminently suitable for microwave and for optical circuits, gallium arsenide figures in most of these fields of research. In fact, over three-quarters of DCR's research personnel and funding is devoted to this new and demanding technology.



The Hermes satellite designed and built at CRC. The satellite contains a GaAs field effect transistor amplifier built by DCR which was the first GaAs device to fly in space.

RESEARCH ACTIVITIES

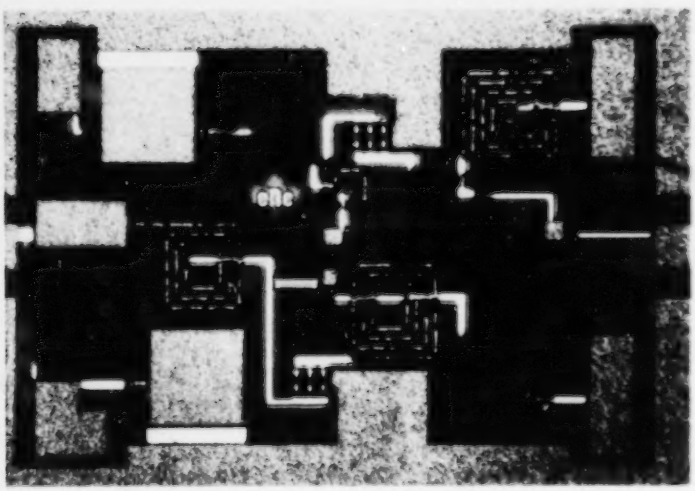
1. Monolithic Microwave Integrated Circuits

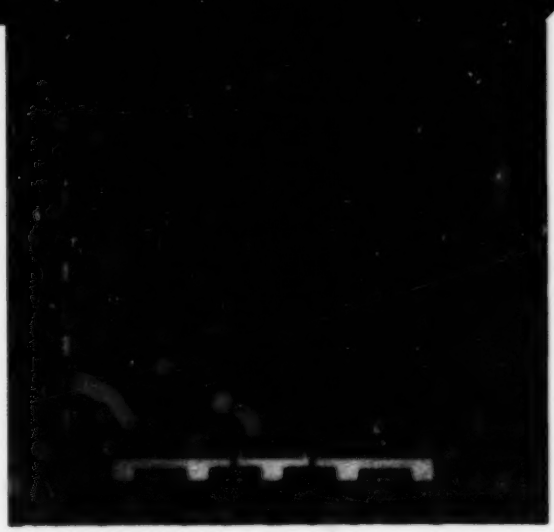
One significant application for gallium arsenide technology is in creating monolithic microwave integrated circuits (MMICs) – microwave systems on a gallium arsenide chip. Gallium arsenide technology promises significant advantages in terms of size, weight, reliability, cost and performance. These advantages will be of particular benefit in

- mobile receivers and transmitters for personal communications applications;
- elements of active phased-array antennas;
- microwave repeaters for long-distance telephone service;
- satellite transponders used in communications;
- earth terminal components for satellite-to-home TV;
- optical communications; and
- radar.

In fact, some applications (like active phased-array antennas) are only now becoming practical as a result of the emergence of MMICs. And it may soon be possible to build subsystems that feature microwave analog functions integrated with digital functions on the same chip.

Photomicrograph of a GaAs MMIC.





Photomicrograph of a GaAs digital integrated circuit.

At present, DCR's research in GaAs MMICs is concentrated on techniques for the design, modelling, fabrication and testing in the ultra-high to millimeter wave frequencies; the use of foundries; and the demonstration of working chips in prototype communications hardware.

2. Very High-Speed Digital Integrated Circuit Components

In the field of digital circuitry, the laboratory is working in two areas: silicon VLSI circuits and gallium arsenide integrated circuits.

In its only research in silicon technology, DCR is developing a variety of high-speed and very large-scale integrated (VLSI) circuits, now becoming available for both military and civilian systems. High-speed VLSI promises substantially faster processing and routing of complex signals, and makes possible new spectrum utilization techniques.

Using compound semiconductors like gallium arsenide in digital circuits can yield components with even higher switching speeds. Such circuits can be particularly useful in large systems, where incoming data must be sorted and routed quickly before being processed further. In certain cases, GaAs digital circuits are preferable to silicon-based circuits because the higher speeds attainable with gallium arsenide can reduce the number of chips a system uses. That, in turn, reduces the associated power requirements and thermal problems.

These technologies – alone or in combination – will be useful in

- bandwidth reduction and sharing techniques for systems – like HDTV – that have a high data throughput;
- creating fast-hopping frequency synthesizers with lower noise and higher frequency, for greater privacy and jamming resistance when using the airwaves;
- block demodulators and switching systems for signal processors on board satellites;
- low-cost synthesizers for mobile and portable terminals;
- high-speed multiplexers and wideband digital filters for land communications (for more efficient high-speed data transmission);
- phased-array antenna controllers; and
- optical modulation controllers.

DCR's current interest is the design and testing of complex silicon integrated circuits for signal processors on board satellites, and GaAs digital integrated circuits for very high-speed prototype subsystems and special applications like analog to digital conversion.

3. Phased-Array Antenna Technology

Over the past 20 years, antennas – particularly for communications satellites – have become highly sophisticated. Most commonly, they are offset parabolic reflectors, and the shape of their beams is generated using feed arrays of varying complexity.

Thanks to GaAs MMICs, it is now possible to consider active phased-array antennas capable of very complex beam patterns that can be electronically pointed and shaped, without the need for a reflector, and that offer sidelobe and null steering capabilities. These benefits, together with greater reliability and "fail-soft" features, will permit frequency reuse; this in turn will influence future spectrum utilization. These advances offer potential solutions to many of the antenna requirements for mobile land, sea and air communications systems. And active phased-array antennas are under consideration for military radars and airport microwave landing systems, where they will make takeoff and landing more accurate and safer.

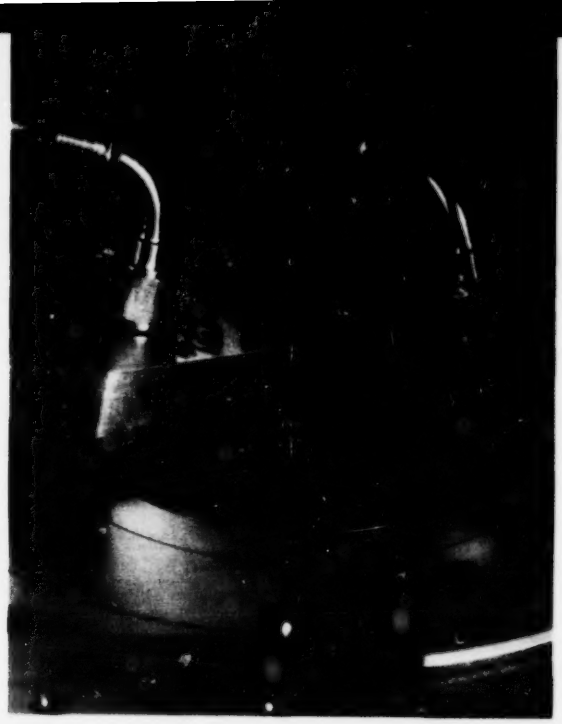
DCR is currently looking at the development of planar arrays incorporating MMICs and at integrated satellite receive antennas that feature MMIC and antenna elements incorporated onto the same GaAs substrate. These antennas-on-a-substrate have a future in personal communications via satellite.

4. Extremely High Frequency (EHF) Components

Future satellite communications systems will exploit the EHF bands (20, 30 and 44 GHz). In fact, such systems are under development in the US, Japan and Europe, where they will transmit business data between metropolitan areas and make military communications largely immune to jamming. There are significant implications for both industry and government in spectrum utilization and civil signal distribution.

EHF is also mooted for delivering rural subscriber communications systems, HDTV broadcasting, high-rate business data transmission and communications within buildings. Military applications will benefit where suitable frequency choice and rapid fall-off in signal strength are desirable for secure communications over a local area. Personal and portable mobile communications terminals for EHF may also become practical. All of these developments rely on GaAs technology.

Testing phased-array antenna components in an anechoic chamber.



The use of EHF bands for civil communications in Canada is not likely until after the mid-1990s. However EHF has been approved for military use and for foreign systems, and development is well under way in other countries. If Canadian industry is to respond to emerging procurement needs, the technical competence must be developed now. Chief among the present needs is an ability to manufacture subsystem components in order to avoid dependence on foreign suppliers and maximize Canadian content.

High frequency probing of microwave circuits before dicing the wafer.

Present DCR research focuses on the design, fabrication and testing of miniature hybrid microwave integrated circuits (MHMICs) for EHF transceivers and on advanced devices that will improve performance at these higher frequencies.

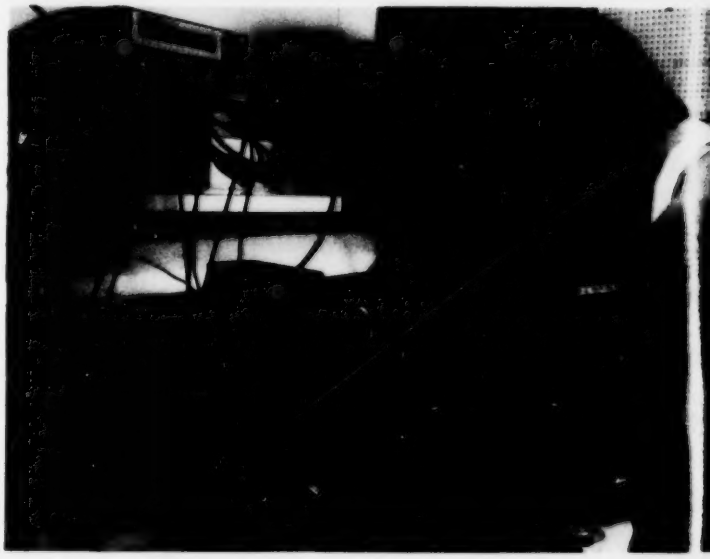
5. Optoelectronics

Optical communications offers a low loss rate, broad bandwidth, potential reduction in the weight of the systems, and immunity to electromagnetic interference and eavesdropping, to mention only a few of its advantages. The role of optical communications in Canadian telecommunications networks will therefore expand, although commercialization is still in its early stages. Until now, optical signals have been distributed within and between optoelectronic chips using fragile, bulky and unreliable fibre connections.

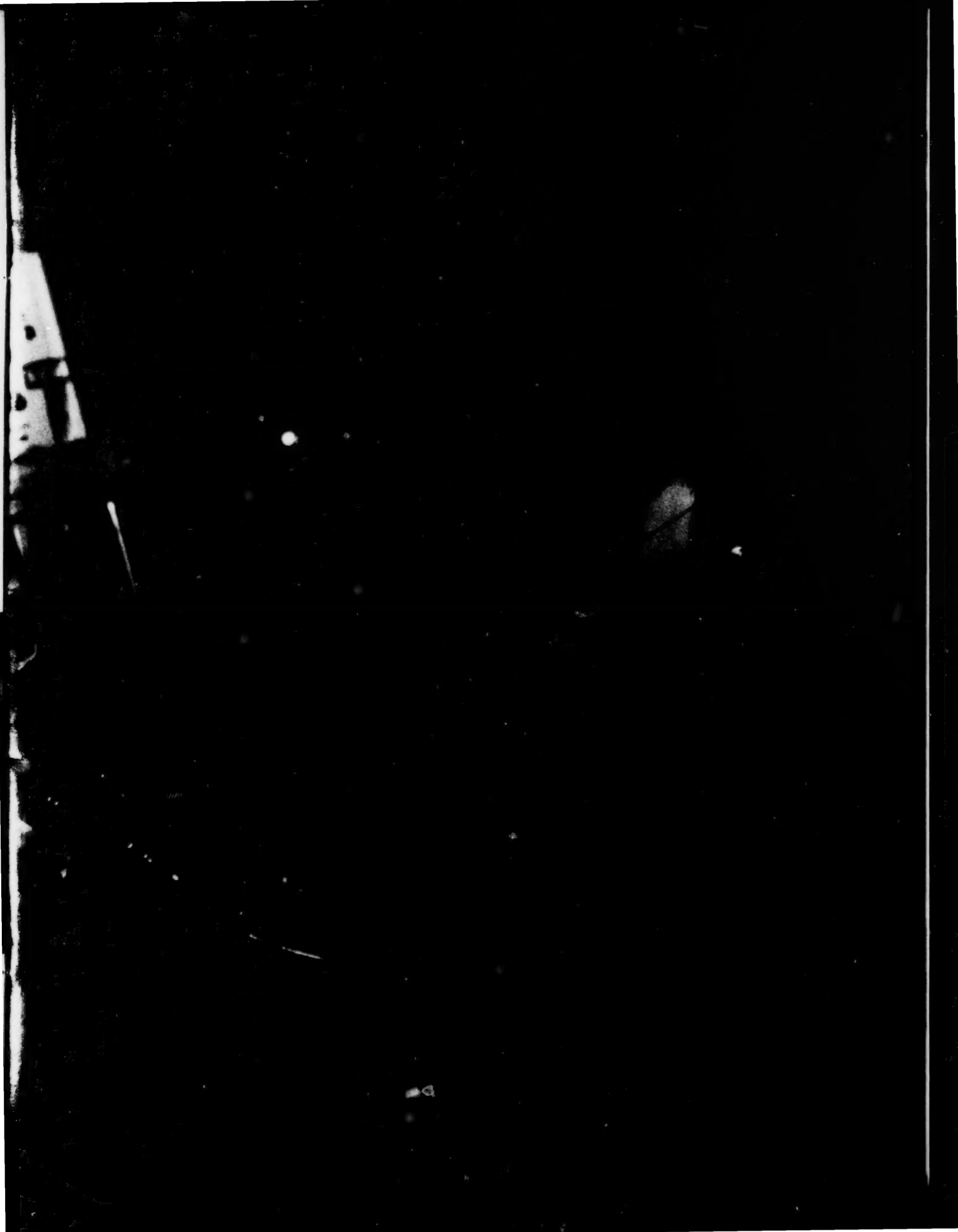
DCR's research has produced a firm basis for developing advanced hybrid optoelectronic circuits. Current work is directed toward achieving optimum speed and performance in the individual components, and in developing circuits and systems rugged and reliable enough for commercial and military use.

DCR is doing this by growing and characterizing alternative semiconductor materials, such as gallium-indium arsenide (GaInAs) and indium phosphide (InP), and by designing and fabricating new optoelectronic devices and optical waveguide structures that will permit optoelectronic components to be integrated with present microwave and high-speed digital technologies. Devices and components that convert optical data to electronic

Electronically testing and characterizing advanced device structures.



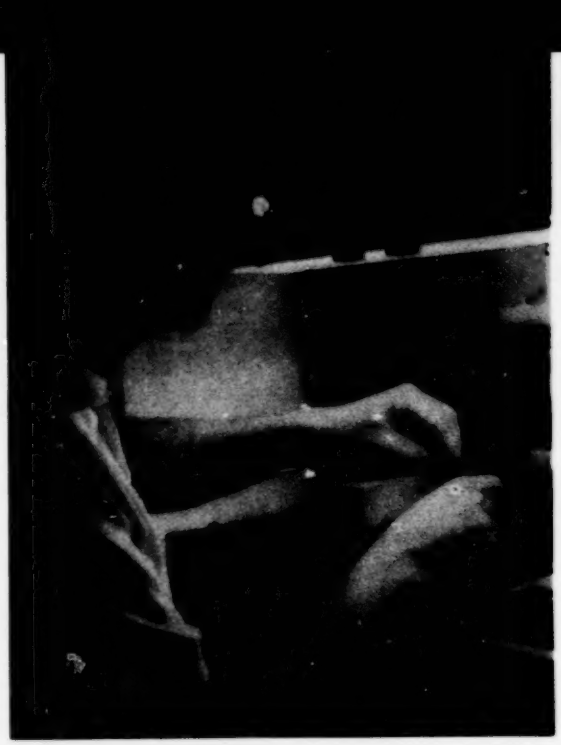
Non-linear studies on optical fibres. ►



data and back again "on-chip" will be used in high-speed signal processing applications such as computer-to-computer interfacing, state-of-the-art phased-array antennas, HDTV systems and satellite communications.

6. New Compound Semiconductor Devices

Gallium arsenide is the simplest of the compound semiconductors and the basic building block of DCR's research program. Almost all of the integrated circuits presently being developed concentrate on gallium arsenide substrates. They usually incorporate a homogeneous deposited active layer or an ion implanted area upon which the devices – usually field-effect transistors – are built. While the potential in these techniques has not yet been fully exploited, the operational limits in terms of bandwidth, speed, frequency and noise are already known. It is important that R&D focus on easing the entry of these techniques into the sphere of applications.



Deposition of organic thin films used in photonic device fabrication.

Variations on GaAs, adding other elements, can offer superior performance characteristics like lower noise or higher switching speeds. By using an advanced active layer deposition system, DCR can influence the materials studied and evaluate their suitability for advanced applications. One of the variations on GaAs is gallium aluminum arsenide, which forms the basis for advanced devices like the heterojunction bipolar transistor (HBT) and quantum-well structures. Indium phosphide (InP) is a simple but demanding compound semiconductor that the laboratory plans to investigate for fabricating laser diodes.

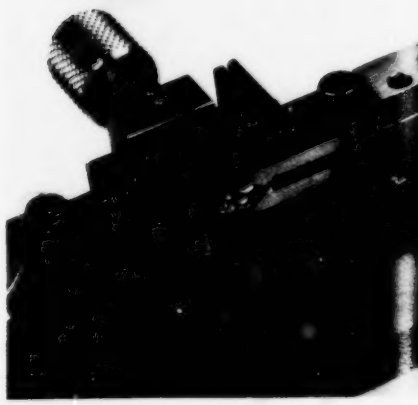
These material structures will also assist with the development of monolithic microwave integrated circuits capable of operating in the EHF band.

7. Optical Communications

Most major cities in North America are already interconnected by high-speed (1.7Gb/s) links, and other advanced countries of the world are following suit. Several fibre optic undersea cables are being installed or planned for both the Atlantic and the Pacific.

A photonic network is growing that will eventually encompass the world – with almost unlimited bandwidth for all types of users.

Current DCR research concentrates on extending the photonic network to the subscriber, looking at the most effective ways to access the 30,000 GHz of bandwidth available in a single optical fibre strand. Wavelength tunable passive components, sources and



Tunable fused coupler.

detectors are under development. The aim is to reduce costs by integrating optics and electronics on a single chip. Eventually businesses, other organizations and individuals will have access to a large variety of information and communications services through a single optical fibre connection.

8. Photonics

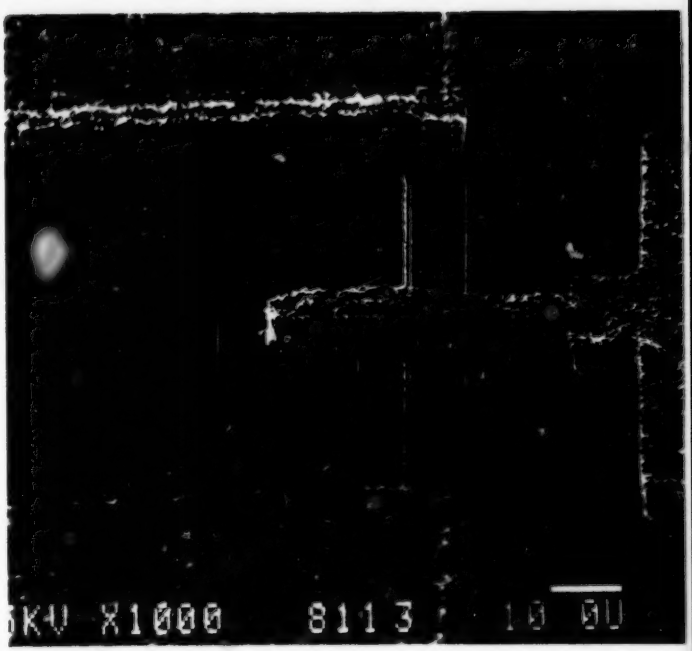
Light photons have properties that complement those of electrons. While electrons affect each other even at a distance, light beams pass through each other unperturbed unless there is a non-linear interaction. As a result, photons perform certain functions better than electrons. Their usefulness will primarily lie in information storage, processing and display. (Optical disks are already used for archival storage.) Optics can also be used for extremely large databanks – the 1-terabyte optical tape recorder, for instance. Read-and-write capability for optical storage systems is expected soon.

Because light beams do not interact, they can make many millions of parallel interconnections very easily. They are therefore potentially useful for parallel processing systems and optical neural networks.

Optical research at DCR stresses the development of non-linear materials that can be used for optical switching, optical logic and high-frequency conversion. At the levels of systems, DCR is concentrating on optical computing architectures. Essentially this research is aimed at making light perform some of the functions currently performed by electrons. If successful, the results will make feasible fast computers with parallel processing – akin to the human brain.

9. Reliability Studies

An integral part of research and development into semiconductor-based devices and integrated circuits involves the reliability – over the long term – of materials and processes.



Scanning electron microscope photo of a microelectronic component.

This is critical, because many of the devices will be used in advanced satellite and military communications systems. That means components must be comprehensively tested to be sure they will operate reliably in a great variety of environmental conditions. It is important, therefore, that new methods be developed to make such testing possible.

DCR research concentrates on trying to predict the long-term performance of gallium arsenide-based circuits in extreme fluctuations of temperature and under ionizing radiation.

TECHNOLOGY TRANSFER AND COLLABORATION

While the research carried on at Communications Canada and at DCR supports the Department's mission first of all, it is also intended to benefit the Canadian telecommunications and informatics industry. Communications Canada's Technology Transfer and Industrial Collaboration Program acts as the conduit that transfers research results to the private sector in the form of usable and commercially viable technology. DCR's contributions to the program have been notably successful in gallium arsenide technology and in microwave components.

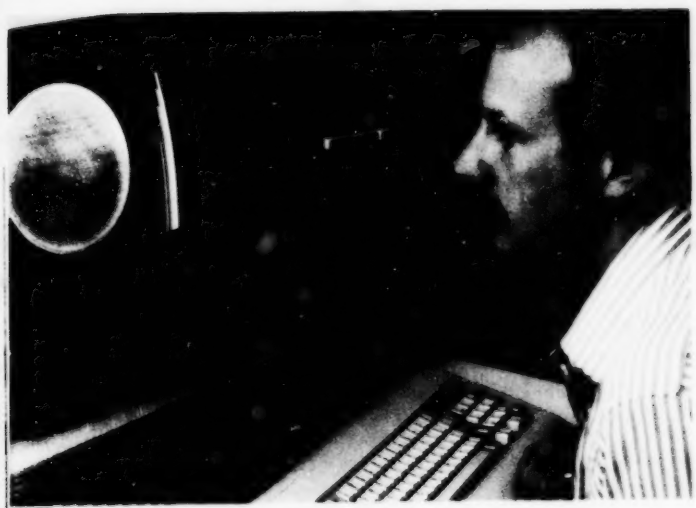
Technology is transferred from DCR in several ways. Grant programs and other funding ventures are a major method, of which the Industrial Research Assistance Program (IRAP) is probably the best known. Under IRAP, a contribution arrangement is set up with a recipient in industry. Part of the arrangement often includes access to the laboratories and technical experts at the Communications Research Centre.

In addition, DCR contracts for research and development directly with universities and industry, transferring technology as part of the contract arrangement. Students – both graduates and undergraduates – often spend work periods in DCR's laboratories, gaining "hands-on" experience relevant to their future careers.

There are other innovative approaches that benefit Canadian research and the telecommunications industry. DCR has instituted several joint projects or "partnerships" with Canadian firms and with other research organizations to investigate various aspects of gallium arsenide technology. In these cases, memoranda of understanding cover areas of mutual interest and, in particular, protect intellectual property. In this way, DCR can share its expertise, help strengthen the competence of Canadian industry, develop new devices and circuits for special applications, and foster team arrangements between companies. Similar partnerships are also arranged with international organizations when the work clearly benefits both countries.

Technology transfer projects offer the opportunity to create many new jobs in Canadian telecommunications each year, a significant proportion of them attributable to DCR, which is continually seeking new avenues of collaboration or cooperation.

Setting up a radiation effects experiment at Queen's University.

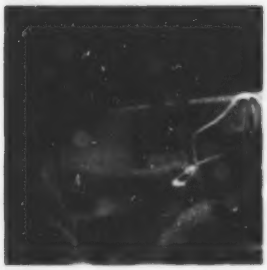


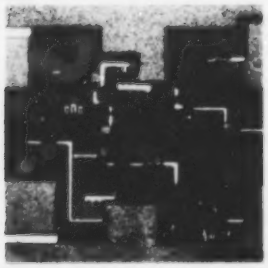
Mapping defects using a scanning photoluminescence system.

LE PROGRAMME
DE RECHERCHE
DU MINISTÈRE
DES COMMUNICATIONS

THE DEPARTMENT OF
COMMUNICATIONS
RESEARCH
PROGRAM

RECHERCHE SUR LES DISPOSITIFS ET LES COMPOSANTS DE COMMUNICATIONS





Communications
Canada

Le Centre de recherches sur les communications est situé à Shirleys Bay, à cinq kilomètres à l'ouest d'Ottawa, au 3701, avenue Carling, case postale 11490, succursale H, Ottawa (Ontario), K2H 8S2
Téléphone: (613) 998-2351
Fax: (613) 990-7988

Photos : gracieuseté des Services de création visuelle, Centre de recherches sur les communications.

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1989
N° de cat C022-88/1989
ISBN 0-662-57155-X

Canada

RECHERCHE SUR LES DISPOSITIFS ET LES COMPOSANTS DE COMMUNICATIONS

La direction générale chargée de la recherche sur les dispositifs et les composants de communications (RDC) s'intéresse à la technologie électronique générale utilisée pour traiter et manipuler les signaux de communications et les systèmes de transmission de l'information. Elle effectue des recherches sur les dispositifs, les composants et les circuits électroniques, les télécommunications optiques et la photonique. Une bonne partie de ses travaux est destinée à répondre aux besoins des autres ministères et organismes fédéraux en matière de télécommunications, de radars et de technologie de l'information. Souvent, les recherches sont entreprises en collaboration avec des entreprises privées ou des équipes de chercheurs universitaires.

PRINCIPAUX AXES DE RECHERCHE

Les organismes de recherches en télécommunications ont besoin de connaissances de pointe dans le domaine de la micro-électronique — miniaturisation des systèmes électroniques ramenés à l'échelle d'un micro-circuit. La RDC consacre la majeure partie de ses travaux à des techniques reposant presque entièrement sur des composés semiconducteurs comme l'arséniure de gallium (GaAs). La technologie de l'arséniure de gallium complète celle du silicium et recèle d'immenses possibilités d'application dans les dix prochaines années.

La RDC oriente ses activités de recherche dans neuf directions :

- circuits intégrés monolithiques pour micro-ondes (MMIC)
- circuits intégrés numériques à très grande vitesse
- antennes réseau à commande de phase
- composants EHF
- optoélectronique
- dispositifs pour nouveaux composés semiconducteurs
- télécommunications optiques
- photonique
- études de fiabilité

Comme l'arséniure de gallium présente des propriétés qui le rendent éminemment adapté aux micro-ondes et aux circuits optiques, il figure dans la plupart de ces champs de recherche. Plus des trois quarts des ressources financières et humaines de la RDC sont d'ailleurs consacrées à cette technologie nouvelle et exigeante.

Le satellite *Hermès*, conçu et fabriqué au CRC. Il renferme un amplificateur à transistors à effet de champ, monté par la RDC, qui a été le premier dispositif au GaAs à voler dans l'espace.

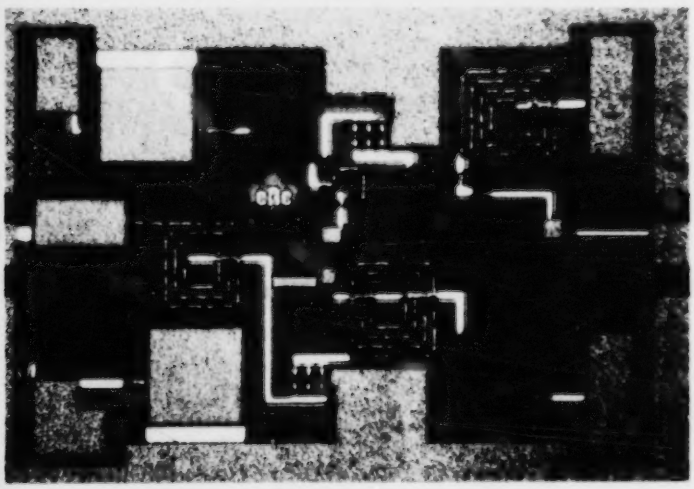
ACTIVITÉS DE RECHERCHE

1. Circuits intégrés monolithiques pour micro-ondes

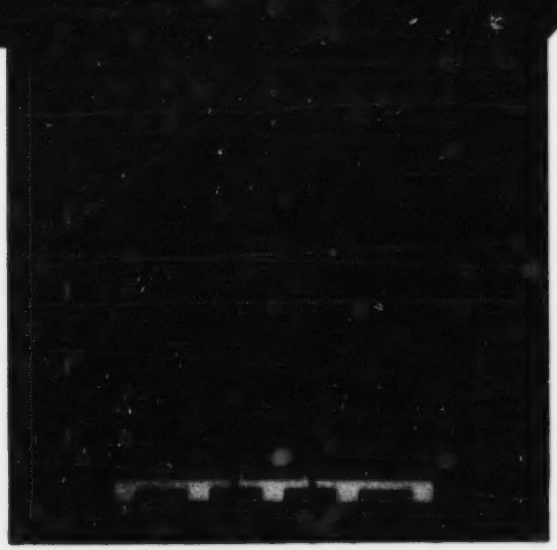
La création de circuits intégrés monolithiques pour micro-ondes (MMIC) constitue une application importante de la technologie de l'arséniure de gallium. La réalisation de systèmes micro-ondes sur une pastille d'arséniure de gallium laisse entrevoir des gains appréciables en termes de dimensions, de poids, de fiabilité, de coût et de performance. En profiteront plus particulièrement :

- les récepteurs et émetteurs mobiles dans les télécommunications personnelles;
- les éléments d'antennes réseau actives à commande de phase;
- les répéteurs micro-ondes pour les services téléphoniques interurbains;
- les répéteurs de satellite utilisés dans les télécommunications;
- les composants de station terrienne pour la télévision par satellite;
- les télécommunications optiques;
- les radars.

D'ailleurs, certaines applications (comme les antennes réseau actives à commande de phase) ne trouvent actuellement un usage pratique qu'avec l'émergence des MMIC. Et peut-être verra-t-on bientôt apparaître des systèmes micro-ondes réunissant des fonctions analogiques et des fonctions numériques sur une même pastille.



Photomicrographie d'un MMIC au GaAs.



Photomicrographie d'un circuit intégré numérique au GaAs.

Dans le domaine des MMIC au GaAs, la RDC concentre actuellement ses efforts sur les techniques de conception, de modélisation, de fabrication et de mise à l'essai dans les gammes de fréquences allant des ondes décimétriques aux ondes millimétriques, sur l'utilisation de fonderies, et sur la démonstration de circuits dans des prototypes de matériel de télécommunications.

2. Composants de circuits intégrés numériques à très grande vitesse

En matière de circuits numériques, le laboratoire touche à la fois aux circuits VLSI au silicium et aux circuits intégrés à l'arséniure de gallium.

Du côté du silicium, la seule recherche en cours porte sur une gamme de circuits à grande vitesse et à très haute intégration (VLSI), qui sont maintenant prêts à servir à des fins autant militaires que civiles. Les circuits VLSI à grande vitesse permettront de traiter et d'acheminer beaucoup plus rapidement des signaux complexes et d'exploiter de nouvelles techniques d'utilisation du spectre.

L'utilisation de composés semiconducteurs comme l'arséniure de gallium dans les circuits numériques peut mener à fabriquer des composants présentant des vitesses de commutation supérieures. Ces circuits peuvent être utiles particulièrement dans les gros systèmes, où les données d'entrée doivent être rapidement triées et acheminées avant d'être traitées. Dans certains cas, les circuits numériques au GaAs sont à préférer aux circuits au silicium parce que le gain de vitesse associé à l'arséniure de gallium peut réduire le nombre de circuits utilisés par le système, ce qui diminue les besoins en alimentation électrique et les problèmes thermiques.

Ces techniques auront, isolément ou conjointement, des applications en ce qui concerne :

- les techniques de partage et de réduction de largeur de bande pour les systèmes à débit rapide, comme la TVHD;
- la création de synthétiseurs de fréquences à bonds rapides, permettant la réduction du bruit et le recours à une fréquence plus élevée, pour assurer des communications aériennes plus discrètes et mieux protégées contre le brouillage;
- les démodulateurs et les systèmes de commutation pour les unités de traitement de signaux à bord des satellites;
- la réalisation de synthétiseurs peu coûteux pour les stations mobiles et portatives;
- les multiplexeurs à grande vitesse et les filtres numériques à large bande pour les communications terrestres (afin d'améliorer la transmission des données à grande vitesse);
- les contrôleurs d'antennes réseau à commande de phase;
- les modulateurs optiques.

Pour l'heure, la RDC s'attache à concevoir et à mettre à l'essai des circuits intégrés complexes au silicium pour les besoins des unités de traitement de signaux à bord des satellites, et des circuits intégrés numériques au GaAs pour les prototypes de sous-systèmes à très grande vitesse et pour des applications spéciales comme la conversion analogique-numérique.

3. Technologie des antennes réseau à commande de phase

Au cours des vingt dernières années, les antennes se sont extrêmement perfectionnées, particulièrement dans le domaine des satellites de télécommunications. Aujourd'hui, on trouve un peu partout des réflecteurs paraboliques excentrés, dont le diagramme de rayonnement est produit au moyen d'éléments d'alimentation plus ou moins complexes.

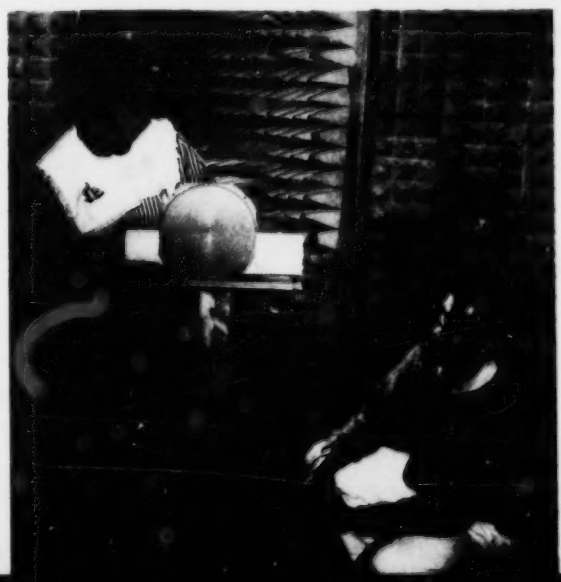
L'avènement des MMIC au GaAs permet d'entrevoir la réalisation d'antennes réseau actives à commande de phase qui présenteront des faisceaux très complexes pouvant être électroniquement orientés et modifiés sans réflecteur, et qui offriront la possibilité de diriger les lobes secondaires et l'axe de rayonnement nul. Étant de surcroît plus fiables et ne se dégradant que progressivement, ces antennes permettront la réutilisation des fréquences, ce qui aura à son tour des répercussions sur l'utilisation future du spectre. De nombreux besoins en matière d'antennes pour les systèmes mobiles de communications terrestres, maritimes et aériennes pourraient ainsi trouver réponse. En outre, les antennes réseau actives à commande de phase pourraient être mises au service des radars militaires et des systèmes d'atterrissage hyperfréquences, permettant des décollages et des atterrissages plus précis et plus sûrs.

La RDC cherche actuellement à réaliser des cartes de circuits imprimés comportant des MMIC, et des antennes intégrées de réception par satellite alliant des MMIC et des éléments d'antenne sur une même pastille de GaAs. Ces antennes montées sur un substrat ont de l'avenir dans les communications personnelles par satellite.

4. Composants pour fréquences millimétriques (EHF)

Dans l'avenir, les systèmes de télécommunications par satellite exploiteront la bande millimétrique (20, 30 et 44 GHz). De tels systèmes sont déjà à l'étude aux États-Unis, au Japon et en Europe, où ils transmettront les données entre agglomérations urbaines et protégeront dans une large mesure les communications militaires contre le brouillage. L'industrie et les gouvernements en sentiront nettement les répercussions dans l'utilisation du spectre et dans la répartition des signaux civils.

Les fréquences millimétriques pourraient également avoir des applications dans les systèmes de communications pour abonnés ruraux, dans la TVHD, dans la transmission de quantités massives d'informations de gestion et dans les communications en circuit fermé. Le secteur militaire en profitera là où



Mise à l'essai d'éléments d'antennes réseau à commande de phase dans une chambre anéchoïque.

un bon choix de fréquences et une baisse rapide de l'intensité du signal peuvent rendre les communications plus sûres. Des stations mobiles personnelles et portatives pour les communications par EHF pourraient également voir le jour. Toutes ces nouvelles percées reposent sur la technologie du GaAs.

Il faudra probablement attendre la dernière moitié des années 1990 pour voir la bande EHF utilisée dans les communications civiles au Canada. Mais l'utilisation en a été approuvée à des fins militaires et dans les systèmes vendus à l'étranger, et des projets sont en bonne voie de réalisation dans d'autres pays. Si l'industrie canadienne veut être en mesure de répondre à la demande dans ce domaine, elle doit se donner dès maintenant la compétence technique voulue. À ce chapitre, il importe surtout d'arriver à

Sondage hautes fréquences de circuits pour micro-ondes avant découpage de la pastille.

fabriquer des composants de sous-systèmes pour éviter d'avoir à dépendre des fournisseurs étrangers et pour maximiser le contenu canadien.

Les travaux de recherche de la RDC sont actuellement axés sur la conception, la fabrication et la mise à l'essai de circuits intégrés hybrides miniatures pour micro-ondes (MHMIC) pouvant être utilisés dans des émetteurs récepteurs EHF, ainsi que sur la réalisation de dispositifs perfectionnés qui amélioreront la performance dans ces fréquences élevées.

5. Optoélectronique

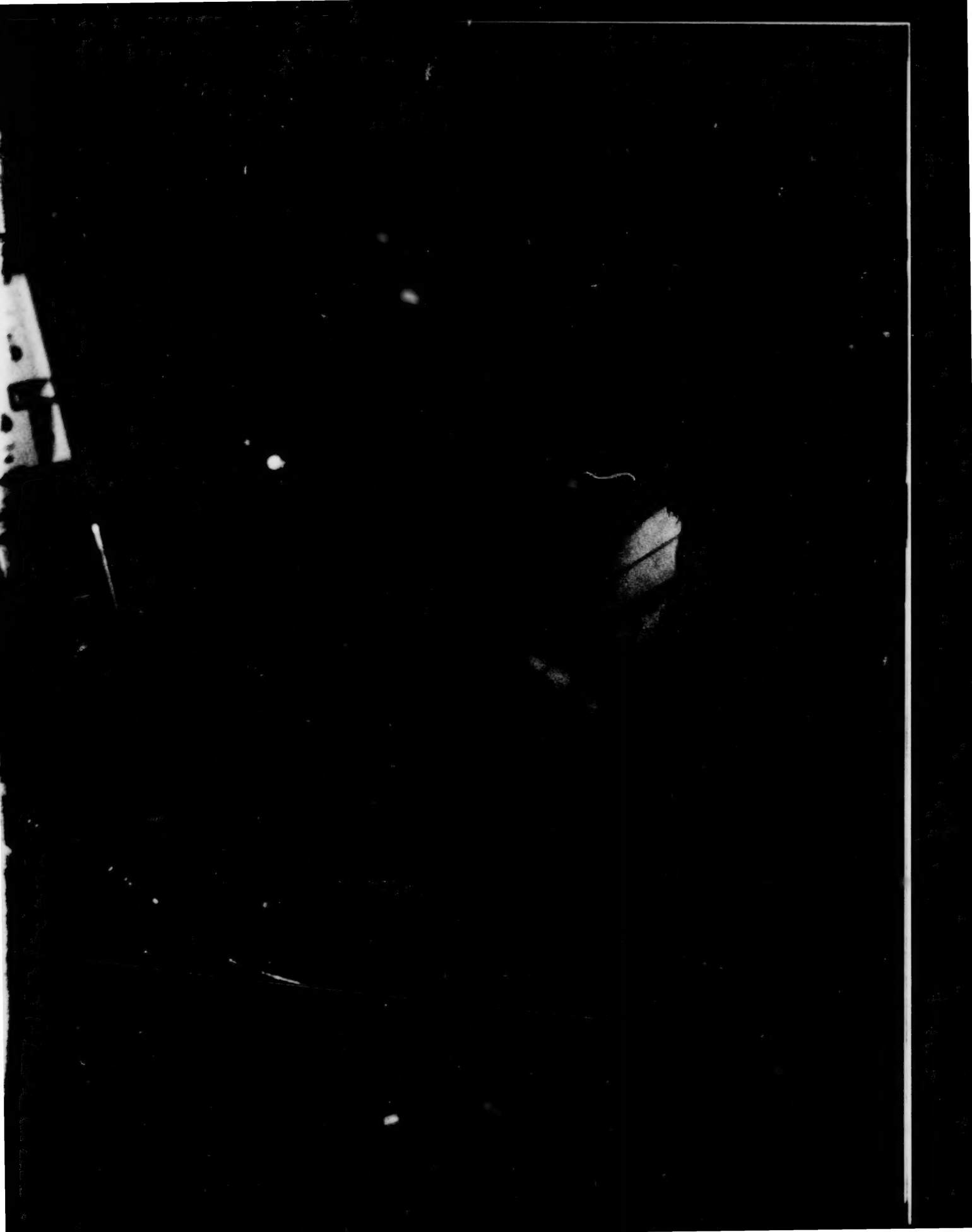
Les télécommunications optiques présentent de très nombreux avantages, dont un faible taux de perte, une large bande de fréquences, la réduction possible du poids des systèmes et la protection contre le brouillage électromagnétique et l'écoute. Elles sont donc appelées à jouer un plus grand rôle dans les réseaux canadiens de télécommunications, bien que la commercialisation n'en soit encore qu'à ses débuts. Jusqu'à présent, les signaux optiques ont été acheminés dans les microcircuits optoélectroniques au moyen de liaisons par fibres fragiles, encombrantes et peu fiables.

Les recherches de la RDC ont jeté des bases solides pour la mise au point de circuits optoélectroniques hybrides perfectionnés. Les travaux visent actuellement à optimiser la vitesse et la performance des composants et à concevoir des circuits et des systèmes suffisamment robustes et fiables pour se prêter à des usages commerciaux et militaires.

À cette fin, la RDC s'emploie à isoler et à spécifier les propriétés de nouveaux corps semiconducteurs, comme l'arséniure de gallium-indium (GaInAs) et le phosphure d'indium

Mise à l'essai et spécification des propriétés, par procédé électronique, de structures de dispositifs complexes.

Études non linéaires sur les fibres optiques. ►



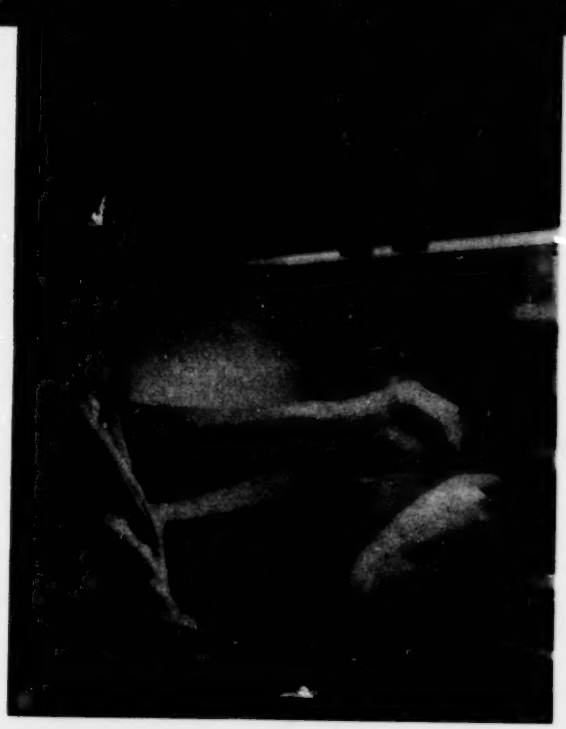
(InP), et à concevoir et fabriquer de nouveaux dispositifs optoélectroniques et des structures de guides d'ondes optiques qui permettront d'allier les composants optoélectroniques aux techniques numériques actuelles pour micro-ondes et à grande vitesse. Des dispositifs et des composants qui convertissent des données optiques en données électroniques et vice-versa, à même un micro-circuit, seront utilisés dans les applications exigeant le traitement à grande vitesse des signaux, comme les dispositifs d'interface entre ordinateurs, les antennes réseau perfectionnées à commande de phase, les systèmes de TVHD et les télécommunications par satellite.

6. Dispositifs pour nouveaux composés semiconducteurs

L'arséniure de gallium est le plus simple des composés semiconducteurs et la pierre d'assise du programme de recherches de la RDC. La presque totalité des circuits intégrés à l'étude reposent sur un substrat d'arséniure de gallium. Ils comportent généralement une couche active homogène déposée ou une zone d'implantation ionique sur laquelle les dispositifs — habituellement des transistors à effet de champ — sont montés. Les possibilités de ces techniques ne sont pas encore pleinement exploitées, mais les limites opérationnelles en termes de largeur de bande, de vitesse, de fréquence et de bruit sont déjà connues. Les travaux de recherche et développement doivent maintenant viser à faciliter l'entrée de ces techniques dans la sphère des applications pratiques.

Des variantes du GaAs, obtenues en ajoutant d'autres éléments, peuvent présenter des propriétés supérieures, comme un facteur de bruit moindre ou une plus grande vitesse de commutation. La RDC utilise un procédé de pointe pour le dépôt de la couche active, grâce auquel elle peut modifier les matériaux étudiés et évaluer les applications d'avant-garde auxquelles ils peuvent se prêter. L'arséniure de gallium-aluminium est une variante du GaAs qui constitue le matériau de base de dispositifs perfectionnés comme les transistors bipolaires à hétérojonction (HBT) et les structures à puits quantique. Le phosphure d'indium est un composé semiconducteur simple, mais exigeant, dont le laboratoire analysera les possibilités d'utilisation dans la fabrication de diodes lasers.

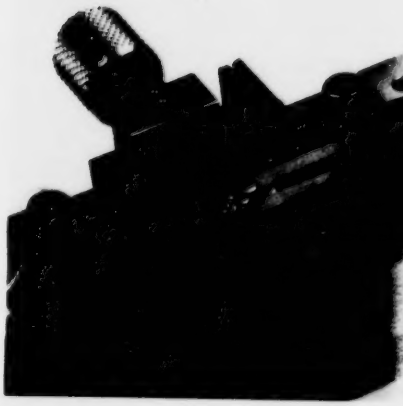
De plus, ces structures de matériaux contribueront au développement de circuits intégrés monolithiques pour micro-ondes capables d'utiliser la bande EHF.



Dépôt des couches organiques minces utilisées dans la fabrication de dispositifs photoniques.

7. Télécommunications optiques

La plupart des grandes villes de l'Amérique du Nord sont déjà reliées entre elles par des liaisons à grande vitesse (1,7 Gb/s), et d'autres pays industrialisés leur emboîtent le pas. Plusieurs câbles à fibres optiques sont en train d'être installés, ou le seront, au fond de l'Atlantique et du Pacifique. Un réseau photonique en pleine expansion en viendra à couvrir toute



Coupleur par fusion accordable.

la terre, offrant une largeur de bande quasi illimitée à toutes les catégories d'utilisateurs.

La RDC cherche actuellement à amener le réseau photonique au niveau de l'abonné, s'efforçant de trouver les moyens les plus efficaces d'accéder à la largeur de bande de 30 000 GHz que permet un simple brin de fibre optique. Des composants passifs accordables en longueur d'onde, des sources et des détecteurs sont en voie de réalisation. L'objectif est de réduire les coûts en intégrant optique et électronique sur un même micro-circuit. Le jour viendra où les entreprises, les organisations et les individus auront accès à un large éventail de services d'information et de communications passant par une seule liaison à fibres optiques.

8. Photonique

Les propriétés des photons complètent celles des électrons. Alors que les électrons agissent l'un sur l'autre, même à distance, les faisceaux lumineux se croisent sans être déviés, à moins d'une interaction non linéaire. C'est pourquoi les photons accomplissent certaines fonctions mieux que les électrons. Ils trouveront principalement des applications dans le stockage, le traitement et l'affichage de l'information (les disques optiques sont d'ores et déjà utilisés pour l'archivage). L'optique peut aussi servir les très grosses banques de données (bandes optiques de 1 téra-octets, par exemple). Bientôt, des possibilités de lecture et écriture existeront pour les supports optiques.

Comme il n'y a pas d'interaction entre les faisceaux lumineux, des millions d'interconnexions parallèles peuvent être très facilement réalisées. Les faisceaux lumineux recèlent donc des promesses du côté du traitement parallèle et des réseaux neuronaux optiques.

Dans ce domaine, la RDC tente de produire des matériaux non linéaires dont pourront profiter la commutation optique, la logique optique et la conversion hautes fréquences. Au niveau des systèmes, elle fait porter ses efforts sur les architectures de traitement optique des données. Elle cherche essentiellement à faire accomplir par la lumière certaines des fonctions actuellement accomplies par les électrons. Si ses recherches sont fructueuses, elles paveront la voie à des ordinateurs rapides traitant les données en parallèle à la manière du cerveau humain.

Photographie d'un composant microélectronique prise au microscope électronique à balayage.

9. Études de fiabilité

La recherche et le développement sur les dispositifs à base de semiconducteurs et les circuits intégrés doit nécessairement se préoccuper de la fiabilité à long terme des matériaux et des procédés. La raison en est que bon nombre des dispositifs seront utilisés dans des systèmes complexes de télécommunications par satellite et militaires. Il faut donc éprouver rigoureusement les composants pour s'assurer qu'ils fonctionneront correctement dans les conditions environnementales les plus variées. D'où l'importance de mettre au point de nouvelles méthodes pour la réalisation des essais.

La RDC cherche à prévoir la performance à long terme des circuits à base d'arséniure de gallium dans des conditions de température extrêmes et sous l'effet de rayonnement ionisant.

TRANSFERT DE TECHNOLOGIE ET COLLABORATION

Les travaux de recherche poursuivis à Communications Canada et à la RDC contribuent en tout premier lieu à la réalisation du mandat du Ministère, mais visent également à profiter à l'industrie canadienne des télécommunications et de l'informatique. Le Programme de transfert de technologie et de collaboration industrielle de Communications Canada constitue la voie d'acheminement des résultats de la recherche vers le secteur privé, sous la forme de technologies utilisables et viables sur le plan commercial. À cet égard, la RDC s'est particulièrement signalée par ses contributions en matière de technologie de l'arséniure de gallium et de composants pour micro-ondes.

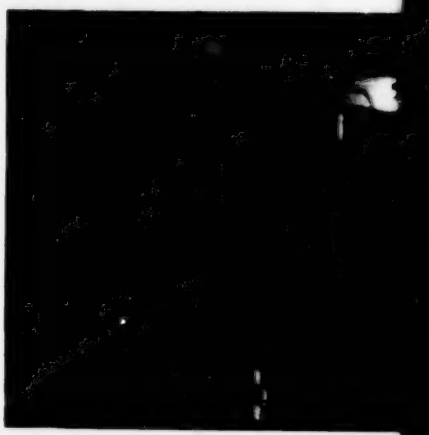
La technologie mise au point par la RDC est transférée de plusieurs façons. Les programmes de subventions et de participations financières sont des outils importants, parmi lesquels le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) est probablement le plus connu. Dans le cadre de ce programme, une entente est signée avec une entreprise qui reçoit une contribution. Cette entente prévoit souvent l'accès aux laboratoires et aux experts techniques du Centre de recherches sur les communications.

En outre, la RDC passe directement des contrats de recherche et développement avec des universités et avec des entreprises privées, qui profitent en même temps d'un transfert de technologie. Des étudiants universitaires de tous les niveaux font souvent des stages dans ses laboratoires, acquérant une expérience de première main qui pourra leur être utile dans leur carrière.

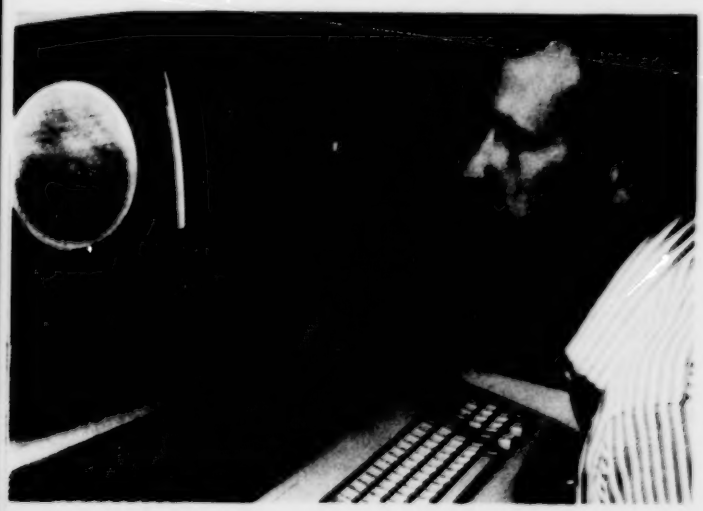
D'autres moyens novateurs sont également mis en œuvre pour soutenir la recherche et l'industrie des télécommunications au Canada. La RDC s'est lancée dans plusieurs projets de collaboration ou de « partenariat » avec des entreprises canadiennes et d'autres organismes de recherche disposés à étudier divers aspects de la technologie de l'arséniure de gallium. Dans ce cas, les protocoles d'entente couvrent les domaines d'intérêt mutuel et protègent tout particulièrement la propriété intellectuelle. La RDC peut ainsi partager son savoir, aider à élargir les compétences de l'industrie canadienne, concevoir de nouveaux dispositifs et circuits pour des applications spéciales, et favoriser des arrangements de même nature entre les entreprises.

Elle n'hésite pas non plus à collaborer avec des organismes internationaux quand les travaux sont manifestement profitables aux deux pays.

Les projets de transfert de technologie peuvent déboucher chaque année sur la création d'un grand nombre de nouveaux emplois dans l'industrie canadienne des télécommunications. Une bonne part de ces emplois sont attribuables à la RDC, qui s'efforce continuellement d'explorer de nouvelles avenues de collaboration et de coopération.



Préparation d'une expérience sur les effets des rayonnements à l'université Queen.



Repérage des défauts à l'aide d'un système de balayage à photoluminescence.